

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-039342

(43)Date of publication of application : 08.02.2000

(51)Int.Cl.

G01D 21/00

E02D 17/20

G01C 7/02

G01S 5/14

G08C 17/00

(21)Application number : 10-237903

(71)Applicant : ITAKURA YASUMASA

ENDO KIYOUHEI

MITOMI GIKEN:KK

(22)Date of filing : 21.07.1998

(72)Inventor : ITAKURA YASUMASA

ENDO KIYOUHEI

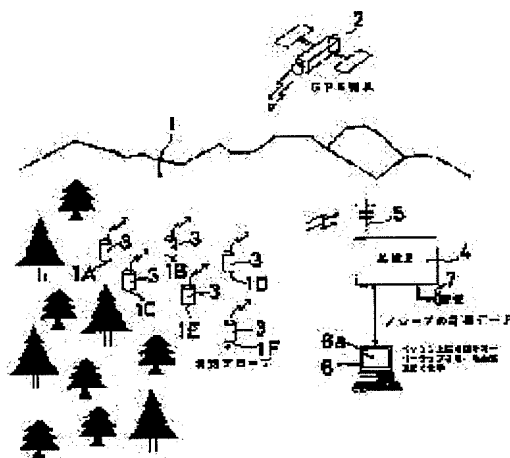
KITAJIMA TOSHIKI

## (54) MEASURING PROBE USED FOR DEBRIS FLOW DETECTION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect in advance the occurrence of debris flow and exactly detect the occurrence, the occurrence range, the flowing direction and velocity of debris flow in the case of occurrence of debris flow.

SOLUTION: A debris flow detection system is placed by inserting measuring probes 3, 3, 3... transmitting data concerning placed position, direction, angle, etc., detected by various sensor and the direction and velocity of displacement at the moment when a specific acceleration is added into a plurality of measuring points in mountainside 1. With receivers of observation station 4 placed in a location apart from the measuring probes 3, 3, 3..., signal transmitted from each probe is received and the measured data of each measuring probe is recorded with a recording device. The information is indicated on a display 6a of a personal computer 6 and alarm is generated by an alarm device 7 when the displacement exceeds a predetermined value.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-39342

(P2000-39342A)

(43) 公開日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 D 21/00		G 0 1 D 21/00	D 2 D 0 4 4
E 0 2 D 17/20	1 0 6	E 0 2 D 17/20	1 0 6 2 F 0 7 3
G 0 1 C 7/02		G 0 1 C 7/02	2 F 0 7 6
G 0 1 S 5/14		G 0 1 S 5/14	5 J 0 6 2
G 0 8 C 17/00		G 0 8 C 17/00	Z

審査請求 有 請求項の数 4 書面 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-237903

(22) 出願日 平成10年7月21日(1998.7.21)

(71) 出願人 598114974

板倉 安正

滋賀県大津市平津2丁目5の1 滋賀大学  
教育学部技術教室内

(71) 出願人 598114985

遠藤 郷平

神奈川県厚木市森の里2丁目1番7-101

(71) 出願人 592180650

株式会社ミトミ技研

神奈川県伊勢原市石田1407番地の1

(74) 代理人 100076200

弁理士 高木 福一

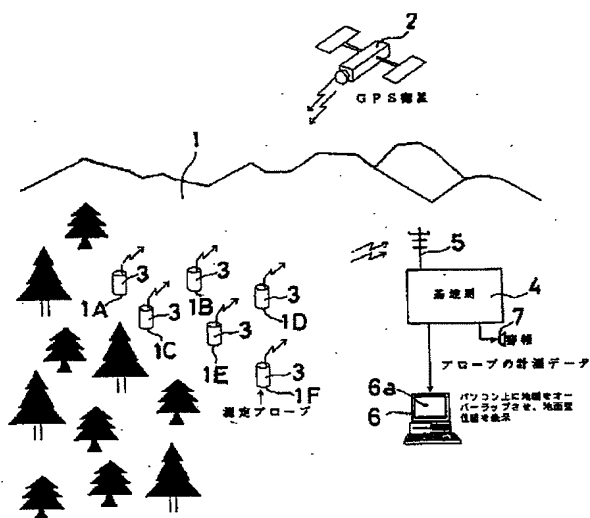
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 土石流検知システムに用いる測定プローブ

(57) 【要約】

【課題】 土石流の発生を事前に検知すると共に、土石流が発生したときには、その発生と、発生した範囲と、土石流の流下する方向及び速度を正確に検知する。

【解決手段】 各種センサによって検出した設置位置、方向、角度等と、所定値の加速が加わったときに変位の方法と速度に関するデータを無線送信する測定プローブ3, 3, 3...を山腹1の複数の測定地点に差し込んで設置する。測定プローブ3, 3, 3...から離れた場所に設置した観測基地局4の受信装置により各プローブから送出された信号を受信し、記録装置により各測定プローブの計測データを記録する。そして、パソコン6のディスプレイ6aに情報を表示すると共に変位が所定の値を越えたときは警報装置7により警報を発する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 各種センサによって検出した設置位置、方向、角度等と、所定値の加速が加わったときに変位の方法と速度に関するデータを無線信号によって後記観測基地局に送出する測定プローブを、山腹における複数の測定地点に差し込んで設置し、前記各測定プローブから離れた安全な場所に設置した観測基地局の受信装置により各測定プローブから送出される無線信号を受信し、記録装置により各測定プローブの計測データを記録するようになったことを特徴とする土石流検知システム。

【請求項 2】 パソコンのディスプレイに、山腹の地図と、各測定プローブの計測データに基づく各測定プローブの位置や変位状態とをオーバーラップして表示するようになった請求項 1 記載の土石流検知システム。

【請求項 3】 測定プローブの変位が所定の値を越えたとき音や文字によって警報を発する警報装置を備えた請求項 1 又は 2 記載の土石流検知システム。

【請求項 4】 毀損しにくい材質からなる先端が尖った有蓋円筒状のフレームと、該フレームの頭部の蓋に設けた GPS アンテナ及び無線送受信アンテナと、前記フレーム内に設けた、GPS 受信装置と、方位センサと、角加速度センサと、水平 X 軸変位データをとる X 軸加速度センサ、水平 Y 軸変位データをとる Y 軸加速度センサ、垂直変位データをとる Z 軸加速度センサと、前記 X 軸加速度センサと Y 軸加速度センサの夫々に接続した変位抽出回路と、前記変位抽出回路による変位の値と、全ての装置を起動させるための予め設定された起動レベルとを比較するコンパレータと、後記中央制御装置に接続すると共に前記コンパレータによる比較結果に基づいて起動トリガを入力するパワーコントローラと、後記中央制御装置に接続すると共に前記パワーコントローラに接続したタイマコントローラと、前記パワーコントローラに接続したバッテリーと、前記 GPS 受信装置、方位センサ、角加速度センサ、X 軸加速度センサ、Y 軸加速度センサ、Z 軸加速度センサの夫々を接続したインターフェイスと、前記インターフェイスに接続した中央制御装置と、前記中央制御装置に接続したデータ記憶装置と、前記中央制御装置に接続した無線送受信装置とからなることを特徴とする測定プローブ。

【請求項 5】 温度データをとる温度センサをインターフェイスに接続してなる請求項 4 記載の測定プローブ。

【請求項 6】 毀損しにくい材質からなり、先端に土中挿入ピンを設けると共に頭部側面に軸方向に沿った安定翼を設けた円筒状のケース内に、先端側に衝撃吸収ジェルを充填した状態で測定プローブ本体を嵌入してなる請求項 4 又は 5 記載の測定プローブ。

【請求項 7】 ケースの頭部に、ヘリコプター等からフックをもって引っ掛けて回収することができるようにしたかご状の回収具をワイヤーを介して取り付けたる請求項 6 記載の測定プローブ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は土石流検知システム及びそれに用いる測定プローブに関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】土石流は一度発生すると大災害を引き起す。このため土石流の発生を事前に検知し、また一度発生した場合には、それが発生したこと、その範囲並びにその流下する方向と速度を正確に検知することができれば被害を少なくすることができる。

【0003】このことから、これらの検知を全て正確に実施することができ、而も測定機器の山腹における複数の測定地点への設置を簡単に行うことができる検知システムの出現が望まれていた。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記の点に鑑みなされたものであって、土石流の発生を事前に検知することができると共に、土石流が発生した場合には、それが発生したこと、その範囲並びにその流下する方向と速度を正確に検知することができ、而も測定機器の山腹における複数の測定地点への設置も簡単に行うことができる土石流検知システムを提供せんとするものである。

【0005】また、本発明のもう一つの目的は、上記土石流検知システムに用いるに好適な山腹の測定地点に設置する測定プローブを提供することにある。

**【0006】**

【課題を解決するための手段】而して、本発明に係る土石流検知システムは、各種センサによって検出した設置位置、方向、角度等と、所定値の加速が加わったときに変位の方法と速度に関するデータを無線信号によって後記観測基地局に送出する測定プローブを、山腹における複数の測定地点に差し込んで設置し、前記各測定プローブから離れた安全な場所に設置した観測基地局の受信装置により各測定プローブから送出される無線信号を受信し、記録装置により各測定プローブの計測データを記録するようになったことを特徴とするものである。

【0007】また、上記システムにおいてパソコンのディスプレイに、山腹の地図と、各測定プローブの計測データに基づく各測定プローブの位置や変位状態とをオーバーラップして表示するようになっていてもよい。

【0008】このようにすると一目で情報を確認することができ、その後の対応を迅速に且つ誤りなく行うことができる。

【0009】また、上記システムにおいて測定プローブの変位が所定の値を越えたとき音や文字によって警報を発する警報装置を備えるようにしてもよい。

【0010】このようにすると土石流の発生を明確に報知することができ、対応の遅れを防ぐことができる。

【0011】次に、上記システムに用いるに好適な本発

明に係る測定プローブについて説明する。該測定プローブは、毀損しにくい材質からなる先端が尖った有蓋円筒状のカプセルと、該カプセルの頭部に設けたGPSアンテナ及び無線送受信アンテナと、前記カプセル内に設けた、GPS受信装置と、方位センサと、角加速度センサと、水平X軸変位データをとるX軸加速度センサ、水平Y軸変位データをとるY軸加速度センサ、垂直変位データをとるZ軸加速度センサと、前記X軸加速度センサとY軸加速度センサの夫々に接続した変位抽出回路と、前記変位抽出回路による変位の値と、全ての装置を起動させるための予め設定された起動レベルとを比較するコンパレータと、後記中央制御装置に接続すると共に前記コンパレータによる比較結果に基づいて起動トリガを入力するパワーコントローラと、後記中央制御装置に接続すると共に前記パワーコントローラに接続したタイマコントローラと、前記パワーコントローラに接続したバッテリーと、前記GPS受信装置、方位センサ、角加速度センサ、X軸加速度センサ、Y軸加速度センサ、Z軸加速度センサの夫々を接続したインターフェイスと、前記インターフェイスに接続した中央制御装置と、前記中央制御装置に接続したデータ記憶装置と、前記中央制御装置に接続した無線送受信装置とからなることを特徴とするものである。

【0012】また、上記測定プローブにおいて温度データをとる温度センサをインターフェイスに接続するようにしてもよい。

【0013】このようにすると、山腹の各設置された測定地点の温度や土石流によって変位したときの現在位置の温度を明確に確認することができる。

【0014】また、上記測定プローブは、これを人が直接測定地点の地面に差し込んで設置するものであるから、人が近付き難い山腹の急峻な箇所や、二次災害のおそれがある場合にはこれを設置することが困難である。

【0015】このような場合には、アダプター付きの測定プローブを用いる。而して、該測定プローブは、毀損しにくい材質からなり、先端に土中挿入ピンを設けると共に頭部側面に軸方向に沿った安定翼を設けた円筒状のケース内に、先端側に衝撃吸収ジェルを充填した状態で測定プローブ本体を嵌入してなるものである。

【0016】該測定プローブはヘリコプター等から空中投下し、測定地点に突き立てるものであり、上記の如き場合でも安全に設置することができる。そして、ケース内の先端側には衝撃吸収ジェルを充填してあるから、これの内部に嵌入した測定プローブ本体が落下の衝撃で毀損することを効果的に防ぐことができる。また、ケースには安定翼を設けているから略垂直な状態で降下させることができ、もって測定プローブを地面に略真直ぐに突き立てることができる。

【0017】また、上記測定プローブにおいてケースの頭部に、ヘリコプター等からフックをもって引っ掛けて

回収することができるようにしたかご状の回収具をワイヤーを介して取り付けようにしてもよい。これにより設置地点から引き抜いて回収するときや、土石流によって流出したときに現場から回収するとき、ヘリコプター等によって回収することができ、回収作業がはかどる。またヘリコプター等によって上空から引き抜くから、安全に回収できる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を参照しつつ説明する。図1は土石流検知システムの説明図である。

【0019】図中、1は山腹であり、1A、1B、1C、1D、1E、1Fは山腹の所定の地域に全体的に略等間隔に設定された測定地点である。尚、本実施形態では測定地点を6箇所としているが、これ以上増やしてもよいし、また減らしてもよい。

【0020】2はGPS衛星である。3、3、3…は前記山腹の測定地点1A～1Fの夫々に差し込んで設置した測定プローブである。該測定プローブ3、3、3…は後に詳述する構成であり、各種センサによって検出した設置位置、方向、角度等と、所定値の加速が加わったときに変位の方向と速度に関するデータを無線信号によって後記観測基地局に送出するものである。

【0021】4は前記各測定プローブ3、3、3…から離れた安全な場所に設置した観測基地局である。該観測基地局4は、受信装置（図示せず。）により各測定プローブ3、3、3…から送出される無線信号を受信し、記録装置（図示せず。）により各測定プローブ3、3、3…の計測データを記録するものである。尚、5は無線送受信アンテナである。また、記録装置としては後記パソコンを用いてもよい。

【0022】以上によって本土石流検知システムの基本的な構成が成り立っているが、図1に示した実施形態では、更にパソコン6のディスプレイ6aに、山腹1の地図と、各測定プローブ3、3、3…の計測データに基づく各測定プローブの位置や変位状態とをオーバーラップして表示するようにしている。

【0023】更にまた、図1に示した実施形態では、測定プローブ3、3、3…の変位が所定の値を越えたとき音によって警報を発する警報装置7を備えている。

【0024】而して、上記土石流検知システムによると、周期的に各測定プローブ3、3、3…から無線によって送出される計測データを分析し、例えば測定地点1B、1D、1Eに設置した測定プローブ3、3、3…から僅かであっても変位しているとのデータがあれば、それはそれらの測定プローブ3、3、3…が設置されている範囲において地面が変位していることを示し、土石流が発生するおそれがあることを認識することができる。

【0025】そしてまた、地面の変位が大きくなって、例えば前記測定地点1B、1D、1Eに設置した測定プ

ローブ 3, 3, 3 に所定値の加速が加わったときには、該測定プローブ 3, 3, 3 は変位の方向と速度に関するデータを無線で観測基地局 4 に送出する。

【0026】これにより土石流が実際に発生したものと、発生した範囲と、土石流の流下する方向及び速度とを明確に認識することができる。

【0027】また、本発明は上記の点に加えて、測定プローブは地面に差し込むだけで設置することができ、そして計測データは無線信号によって送出するものであるから、従来の如き地面の変位を検知する各センサと観測基地局とを結ぶ信号伝送用のケーブル等を引く必要がない。したがって、設置作業を楽に而も迅速に済ませることができる。また変位範囲はケーブルに制限されることがなく、無線電波の到達する範囲の測定が可能となる。

【0028】また、本土石流検知システムで用いる測定プローブの具体的な構成は後記の通りであるが、該測定プローブを用いて実施する場合の動作の一例を次に説明する。尚、以下の動作は、測定プローブは電源としてバッテリーを用いなければならず、したがって出来るだけ長い時間稼働させるためには電力消費を極力少なくして済むようにする必要がある、この点を考慮してなされている。

【0029】① 測定プローブ 3, 3, 3…を各測定地点に設置した後 48 時間は、各測定プローブから 1 時間毎に一度全計測値を観測基地局 4 へ送信する。この間に観測基地局では測定プローブの位置等の情報を獲得する。

【0030】② 設置後 48 時間を経過した後は各測定プローブ 3, 3, 3…はスリープ待機状態に入り、この状態においては X 軸加速度センサと Y 軸加速度センサのみに電源が入った状態となる。

【0031】③ その後 48 時間毎に各測定プローブ 3, 3, 3…から観測基地局 4 に対して定期送信する。

【0032】④ 前記スリープ待機状態にあるときにおいて測定プローブ 3, 3, 3…に対して 0.01 G (暫定設定値) の加速が加わった場合は、直ちに測定プローブ内の全装置に電源が供給され、観測基地局 4 に連続的に計測データを送信する。これにより土石流の発生と、発生した範囲と、土石流の流下する方向及び速度が検知される。

【0033】⑤ 加速度が検知されなくなっても一定時間経過するまでは測定プローブ 3, 3, 3…は計測データを送信し続ける。そしてその後再びスリープ待機状態となる。

【0034】⑥ 測定プローブ 3, 3, 3…から観測基地局 4 に対してデータ送信を行った際に、観測基地局 4 からの送信を受け取った旨のアンサーバックが得られなかった場合は、10 分間毎に位置データと共にビーコンを発信する。これにより土石流が発生して測定プローブが流出したとき、該測定プローブを容易に回収すること

が可能になる。

【0035】次に、上記土石流検知システムに用いるに好適な測定プローブについて説明する。図 2 はフレームを一部切欠して示した測定プローブの斜視図、図 3 は該測定プローブの回路ブロック図である。

【0036】3 は前記土石流検知システムにおいて用いた測定プローブである。8 は毀損しにくい材質からなる先端が尖った円筒状のフレームである。尚、該フレーム 8 は、本実施形態では本体部分 8a を強化プラスチック (FRP) で、また先端 8b を金属 (SUS316) で構成している。また、頭部 8c には蓋 9 を被着している。

【0037】10 は前記フレーム 8 の頭部 8c の蓋 9 に設けた GPS アンテナ、11 は無線送受信アンテナである。

【0038】12 は前記フレーム内に設けた GPS 受信装置であり、位置データをとるものである。また、該 GPS 受信装置 12 は後記インターフェイスに接続している。そして該 GPS 受信装置 12 と以下に説明する装置は全て前記フレーム 8 内に設けられる。

【0039】13 は方位センサ (地磁気センサ) であり、方位データを得る事により測定プローブの設置方向を知る事が出来て、加速度の方向ベクトルが得られる。また該方位センサ 13 はコンバータ 14 を介して後記インターフェイスに接続している。15 は角加速度センサ (ジャイロ) であり、回転変位データをとるものである。また該角加速度センサ 15 はプリアンプ 16 を介して後記インターフェイスに接続している。

【0040】17 は X 軸加速度センサであり、水平 X 軸変位データをとるものである。また該 X 軸加速度センサ 17 はプリアンプ 18 を介して後記インターフェイスと変位抽出回路とに接続している。19 は Y 軸加速度センサであり、水平 Y 軸変位データをとるものである。また該 Y 軸加速度センサ 19 はプリアンプ 20 を介して後記インターフェイスと変位抽出回路とに接続している。

【0041】21 は Z 軸加速度センサであり、垂直変位データをとるものである。また該 Z 軸加速度センサ 21 はプリアンプ 22 を介して後記インターフェイスに接続している。

【0042】23 は前記プリアンプ 18 を介して X 軸加速度センサ 17 に接続した変位抽出回路、24 は前記プリアンプ 20 を介して Y 軸加速度センサ 19 に接続した変位抽出回路である。

【0043】25, 26 は前記変位抽出回路 23, 24 に夫々接続したコンパレータであり、変位抽出回路 23, 24 の夫々による変位の値と、全ての装置を起動させるための予め設定された起動レベルとを比較するものである。また該コンパレータ 25, 26 は後記パワーコントローラに接続している。

【0044】27 はパワーコントローラであり、後記中

中央制御装置に接続すると共に前記コンパレータ 25、26 による比較結果に基づいて起動トリガが入力するものである。また、該パワーコントローラ 27 は、点線内の装置には常時電源を供給し、起動トリガを入力したときには点線以外の装置にまで電源を供給する。28 は後記中央制御装置に接続すると共に前記パワーコントローラ 27 に接続したタイマコントローラである。

【0045】29 は前記パワーコントローラ 27 に接続したバッテリーである。30 はインターフェイス、31 は前記インターフェイスに接続した中央制御装置である。32 は前記中央制御装置 31 に接続したデータ記憶装置であり、前記各センサによって計測されたデータを記憶するものである。33 は前記中央制御装置 31 に接続した無線送受信装置である。また、34 は温度データをとる温度センサであり、プリアンプ 35 を介して前記インターフェイス 30 に接続している。

【0046】また、前記バッテリー 29 としては、本実施形態では B R - C 型リチウム電池 2 本 (6 V 5 A h) を 1 組として、第 1 ～ 第 4 の 4 組を内蔵する。そして第 1 組から消費され、第 1 組が放電すると第 2 組へ切り替わるようにしている。

【0047】また、本実施形態における測定プローブの仕様は次の通りである。

#### ① 測定項目

・ X, Y, Z の直交三軸方向加速度

測定範囲 : 各軸  $\pm 2 G$

測定分解能 : 各軸 2 mmG (2 / 1000 G)

・ 鉛直方向角加速度 (ジャイロ)

測定範囲 :  $\pm 90^\circ$

・ 方位 (地磁気センサ)

測定範囲 :  $0 \sim 360^\circ$

精度 :  $\pm 1^\circ$

・ 温度 (地中温度)

測定範囲 :  $-10 \sim 100^\circ C$

測定精度 :  $\pm 1^\circ C$

・ GPS レシーバ

測定位置単位 : 1 / 1000 分

#### ② データ伝送 (無線式)

・ 周波数 : 2.484 GHz

・ 変調方式 : DQPSK

・ 送信電力 : 10 mW / MHz 以下

・ 情報速度 : 1 Mb / s

#### ③ 電 源

・ 電 池 : B R - C 型リチウム電池 2 × 4 本

・ 動作時間 : 約 10,000 時間 (動作環境・状況により変化する)

#### ④ 外形寸法

・ 全 長 : 1000 mm (アンテナを除く)

・ 直 径 : 120 mm

・ 重 量 : 20 Kg

【0048】そして、上記実施形態の測定プローブは人が直接地面に差し込んで設置するものであるが、これが困難な場合には図 4 に示したアダプター付きの測定プローブを用いればよい。

【0049】該測定プローブ 36 は、測定プローブ 3 の本体をアダプターであるケース 37 内に嵌入したものである。また該ケース 37 は毀損しにくい材質からなるものであり、円筒状に形成されている。そして先端 37a に土中挿入ピン 38 を設けると共に頭部 37b の側面に軸方向に沿った安定翼 39、39 を設けている。尚、本実施形態ではケース 37 本体は強化プラスチック (FRP)、土中挿入ピン 38 は金属 (SUS) で構成している。そして、ケース 37 内に、先端側に衝撃吸収ジェル 40 を充填した状態で測定プローブ 3 の本体を嵌入している

【0050】また、前記ケース 37 の頭部には、ヘリコプター等からフックをもって引っ掛けて回収することができるようにしたかご状の回収具 41 をワイヤー 42 を介して取り付けられている。

#### 【0051】

【発明の効果】本発明に係る土石流検知システムによれば、土石流の発生を事前に検知することができると共に、土石流が実際に発生したときには、その発生と、発生した範囲と、土石流の流下する方向及び速度を正確に検知することができるものである。

【0052】また、測定プローブは地面に差し込むだけで設置することができ、そして計測データは無線信号によって送出するものであるから、従来の如き地面の変位を検知する各センサと観測基地局とを結ぶ信号伝送用のケーブル等を引く必要がなく、もって設置作業を楽に而も迅速に済ませることができる。

【0053】また、パソコンのディスプレイに、山腹の地図と、各測定プローブの計測データに基づく各測定プローブの位置や変位状態とをオーバーラップして表示するようにすると、一目で情報を確認することができ、その後の対応を迅速に且つ誤りなく行うことができる。

【0054】また、測定プローブの変位が所定の値を越えたとき音や文字によって警報を発する警報装置を備えるようにすると、土石流の発生を明確に報知することができる。

【0055】また、本発明に係る測定プローブは本発明に係る土石流検知システムに使用して好適であり、更にアダプター付きの測定プローブを用いれば、人が近付き難い山腹の急峻な箇所や、二次災害のおそれがある場合の如く人による直接の設置が困難な場合に有効である。また、アダプターに回収具を取り付ければ、ヘリコプター等によって回収することができ、回収作業がはかどる。またヘリコプター等によって上空から引き抜くから、安全に回収できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る土石流検知システムの説明図である。

【図 2】本発明に係る測定プローブのフレームを一部切欠して示した斜視図である。

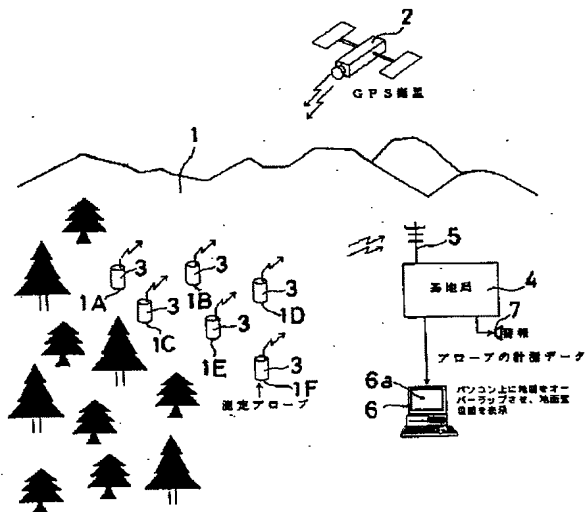
【図 3】本発明に係る測定プローブの回路ブロック図である。

【図 4】本発明に係る測定プローブの他の実施形態の斜視図である。

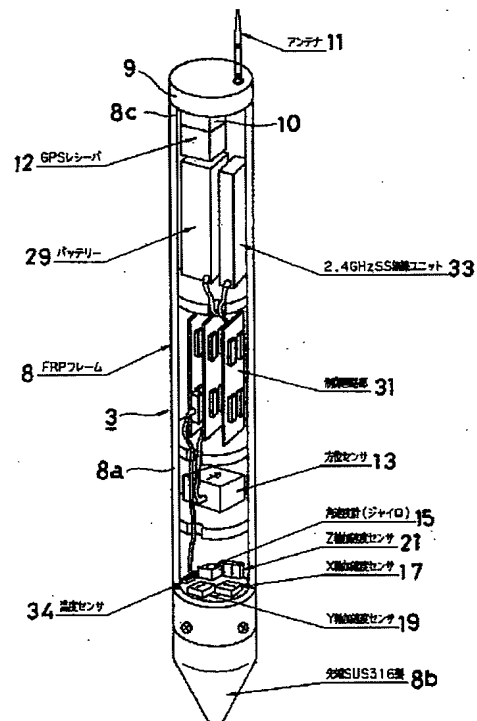
【符号の説明】

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1 山腹         | 15 角加速度センサ    |
| 2 GPS衛星      | 17 X軸加速度センサ   |
| 3, 3 測定プローブ  | 19 Y軸加速度センサ   |
| 4 観測基地局      | 21 Z軸加速度センサ   |
| 5 無線送受信アンテナ  | 23, 24 変位抽出回路 |
| 6 パソコン       | 25, 26 コンパレータ |
| 7 警報装置       | 27 パワーコントローラ  |
| 8 フレーム       | 28 タイマコントローラ  |
| 9 フレームの蓋     | 29 バッテリー      |
| 10 GPSアンテナ   | 30 インターフェイス   |
| 11 無線送受信アンテナ | 31 中央制御装置     |
| 12 GPS受信装置   | 32 データ記憶装置    |
| 13 方位センサ     | 33 無線送受信装置    |
|              | 34 温度センサ      |
|              | 36 測定プローブ     |
|              | 37 ケース        |
|              | 38 土中挿入ピン     |
|              | 39, 39 安定翼    |
|              | 40 衝撃吸収ジェル    |
|              | 41 かご状の回収具    |
|              | 42 ワイヤ        |

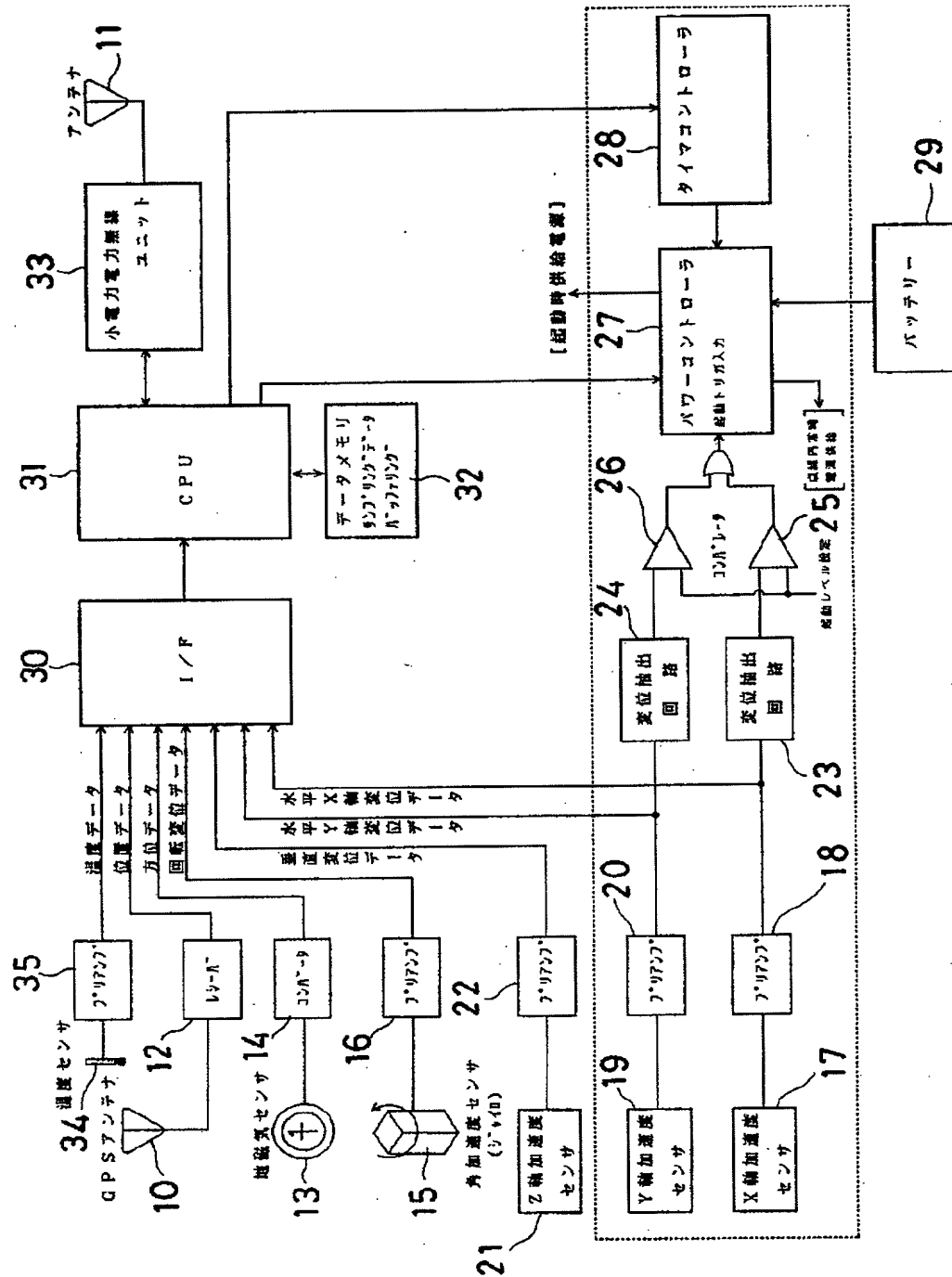
【図 1】



【図 2】

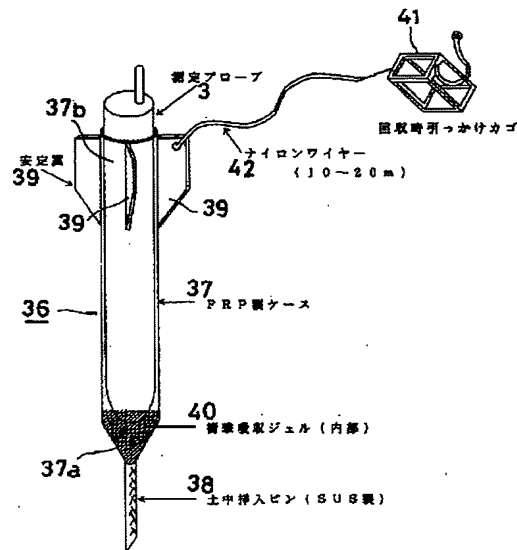


【図3】





【図 4】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年8月30日（1999. 8. 30）

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】土石流検知システムに用いる測定プローブ

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 各種センサによって検出した設置位置、方向、角度等と、所定値の加速が加わったときに変位の方角と速度に関するデータを無線信号によって後記観測基地局に送出する測定プローブを、山腹における複数の測定地点に差し込んで設置し、前記各測定プローブから離れた安全な場所に設置した観測基地局の受信装置により各測定プローブから送出される無線信号を受信し、記録装置により各測定プローブの計測データを記録するようになった土石流検知システムに用いる測定プローブであって、毀損しにくい材質からなる先端が尖った有蓋円筒状のフレームと、該フレームの頭部の蓋に設けたGPSアンテナ及び無線送受信アンテナと、前記フレーム内に設けた、GPS受信装置と、方位センサと、角加速度センサと、水平X軸変位データをとるX軸加速度センサ、水平Y軸変位データをとるY軸加速度センサ、垂直変位データをとるZ軸加速度センサと、前記X軸加速度

センサとY軸加速度センサの夫々に接続した変位抽出回路と、前記変位抽出回路による変位の値と、全ての装置を起動させるための予め設定された起動レベルとを比較するコンパレータと、後記中央制御装置に接続すると共に前記コンパレータによる比較結果に基づいて起動トリガを入力するパワーコントローラと、後記中央制御装置に接続すると共に前記パワーコントローラに接続したタイマコントローラと、前記パワーコントローラに接続したバッテリーと、前記GPS受信装置、方位センサ、角加速度センサ、X軸加速度センサ、Y軸加速度センサ、Z軸加速度センサの夫々を接続したインターフェイスと、前記インターフェイスに接続した中央制御装置と、前記中央制御装置に接続したデータ記憶装置と、前記中央制御装置に接続した無線送受信装置とからなることを特徴とする土石流検知システムに用いる測定プローブ。

【請求項2】 温度データをとる温度センサをインターフェイスに接続してなる請求項1記載の土石流検知システムに用いる測定プローブ。

【請求項3】 毀損しにくい材質からなり、先端に土中挿入ピンを設けると共に頭部側面に軸方向に沿った安定翼を設けた円筒状のケース内に、先端側に衝撃吸収ジェルを充填した状態で測定プローブ本体を嵌入してなる請求項1又は2記載の土石流検知システムに用いる測定プローブ。

【請求項4】 ケースの頭部に、ヘリコプター等からフックをもって引っ掛けて回収することができるようにしたかご状の回収具をワイヤーを介して取り付けたる請

求項 3 記載の土石流検知システムに用いる測定プローブ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は土石流検知システムに用いる測定プローブに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 土石流は一度発生すると大災害を引き起す。このため土石流の発生を事前に検知し、また一度発生した場合には、それが発生したこと、その範囲並びにその流下する方向と速度を正確に検知することができる。

【0003】 このことから、従来の土石流検知システムが用いられている。そして各測定プローブからデータを無線信号によって離れた観測基地局に送出する土石流検知システムも案出されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、斯かる測定プローブのデータを無線で送出する方式の土石流検知システムに用いるに好適な山腹の測定地点に設置する測定プローブを提供せんとするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 而して、本発明の要旨は、各種センサによって検出した設置位置、方向、角度等と、所定値の加速が加わったときに変位の方向と速度に関するデータを無線信号によって後記観測基地局に送出する測定プローブを、山腹における複数の測定地点に差し込んで設置し、前記各測定プローブから離れた安全な場所に設置した観測基地局の受信装置により各測定プローブから送出される無線信号を受信し、記録装置により各測定プローブの計測データを記録するようになした土石流検知システムに用いる測定プローブであって、毀損しにくい材質からなる先端が尖った有蓋円筒状のフレームと、該フレームの頭部の蓋に暉けたGPSアンテナ及び無線送受信アンテナと、前記フレーム内に設けた、GPS受信装置と、方位センサと、角加速度センサと、水平X軸変位データをとるX軸加速度センサ、水平Y軸変位データをとるY軸加速度センサ、垂直変位データをとるZ軸加速度センサと、前記X軸加速度センサとY軸加速度センサの夫々に接続した変位抽出回路と、前記変位抽出回路による変位の値と、全ての装置を起動させるための予め設定された起動レベルとを比較するコンパレータと、後記中央制御装置に接続すると共に前記コンパレータによる比較結果に基づいて起動トリガを入力するパワーコントローラと、後記中央制御装置に接続すると共に前記パワーコントローラに接続したタイマコントローラと、前記パワーコントローラに接続したバッテリーと、前記GPS受信装置、方位センサ、角加速度センサ、X軸加速度センサ、Y軸加速度センサ、Z軸加速度センサの夫々を接続したインターフェイスと、前記イン

ターフェイスに接続した中央制御装置と、前記中央制御装置に接続したデータ記憶装置と、前記中央制御装置に接続した無線送受信装置とからなることを特徴とする土石流検知システムに用いる測定プローブにある。

【0006】 また、上記測定プローブにおいて温度データをとる温度センサをインターフェイスに接続するようにしてもよい。

【0007】 このようにすると、山腹の各設置された測定地点の温度や土石流によって変位したときの現在位置の温度を明確に確認することができる。

【0008】 また、上記測定プローブは、これを人が直接測定地点の地面に差し込んで設置するものであるから、人が近付き難い山腹の急峻な箇所や、二次災害のおそれがある場合にはこれを設置することが困難である。

【0009】 このような場合には、アダプター付きの測定プローブを用いる。而して、該測定プローブは、毀損しにくい材質からなり、先端に土中挿入ピンを設けると共に頭部側面に軸方向に沿った安定翼を設けた円筒状のケース内に、先端側に衝撃吸収ジェルを充填した状態で測定プローブ本体を嵌入してなるものである。

【0010】 該測定プローブはヘリコプター等から空中投下し、測定地点に突き立てるものであり、上記の如き場合でも安全に設置することができる。そして、ケース内の先端側には衝撃吸収ジェルを充填してあるから、これの内部に嵌入した測定プローブ本体が落下の衝撃で毀損することを効果的に防ぐことができる。また、ケースには安定翼を設けているから略垂直な状態で降下させることができ、もって測定プローブを地面に略真直ぐに突き立てることができる。

【0011】 また、上記測定プローブにおいてケースの頭部に、ヘリコプター等からフックをもって引っ掛けて回収することができるようにしたかご状の回収具をワイヤーを介して取り付けようにしてもよい。これにより設置地点から引き抜いて回収するときや、土石流によって流出したときに現場から回収するとき、ヘリコプター等によって回収することができ、回収作業がはかどる。またヘリコプター等によって上空から引き抜くから、安全に回収できる。

【0012】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施形態について図面を参照しつつ説明する。図1は土石流検知システムの説明図である。

【0013】 図中、1は山腹であり、1A、1B、1C、1D、1E、1Fは山腹の所定の地域に全体的に略等間隔に設定された測定地点である。

【0014】 2はGPS衛星である。3、3、3…は前記山腹の測定地点1A～1Fの夫々に差し込んで設置した測定プローブである。該測定プローブ3、3、3…は後に詳述する構成であり、各種センサによって検出した設置位置、方向、角度等と、所定値の加速が加わったと

きに変位の方向と速度に関するデータを無線信号によって後記観測基地局に送出するものである。

【0015】4は前記各測定プローブ3, 3, 3…から離れた安全な場所に設置した観測基地局である。該観測基地局4は、受信装置（図示せず。）により各測定プローブ3, 3, 3…から送出される無線信号を受信し、記録装置（図示せず。）により各測定プローブ3, 3, 3…の計測データを記録するものである。尚、5は無線送受信アンテナである。また、記録装置としては後記パソコンを用いる場合もある。

【0016】以上によって土石流検知システムの基本的な構成が成り立っているが、図1の例では、更にパソコン6のディスプレイ6aに、山腹1の地図と、各測定プローブ3, 3, 3…の計測データに基づく各測定プローブの位置や変位状態とをオーバーラップして表示するようにしている。

【0017】更にまた、図1の例では、測定プローブ3, 3, 3…の変位が所定の値を越えたとき音によって警報を発する警報装置7を備えている。

【0018】而して、上記土石流検知システムによると、周期的に各測定プローブ3, 3, 3…から無線によって送出される計測データを分析し、例えば測定地点1B, 1D, 1Eに設置した測定プローブ3, 3, 3から僅かであっても変位しているとのデータがあれば、それはそれらの測定プローブ3, 3, 3が設置されている範囲において地面が変位していることを示し、土石流が発生するおそれがあることを認識することができる。

【0019】そしてまた、地面の変位が大きくなって、例えば前記測定地点1B, 1D, 1Eに設置した測定プローブ3, 3, 3に所定値の加速が加わったときには、該測定プローブ3, 3, 3は変位の方向と速度に関するデータを無線で観測基地局4に送出する。

【0020】これにより土石流が実際に発生したと、発生した範囲と、土石流の流下する方向及び速度とを明確に認識することができる。

【0021】また、上記測定プローブは地面に差し込むだけで設置することができ、そして計測データは無線信号によって送出するものであるから、地面の変位を検知する各センサと観測基地局とを結ぶ信号伝送用のケーブル等を引く必要がない。したがって、設置作業を楽に而も迅速に済ませることができる。また変位範囲はケーブルに制限されることがなく、無線電波の到達する範囲の測定が可能となる。

【0022】また、上記土石流検知システムで用いる本発明に係る測定プローブの具体的な構成は後記の通りであるが、該測定プローブを用いて実施する場合の動作の一例を次に説明する。尚、以下の動作は、測定プローブは電源としてバッテリーを用いなければならない、したがって出来るだけ長い時間稼働させるためには電力消費を極力少なくして済むようにする必要があり、この点を考慮

してなされている。

【0023】① 測定プローブ3, 3, 3…を各測定地点に設置した後48時間は、各測定プローブから1時間毎に一度全計測値を観測基地局4へ送信する。この間に観測基地局では測定プローブの位置等の情報を獲得する。

【0024】② 設置後48時間を経過した後は各測定プローブ3, 3, 3…はスリープ待機状態に入り、この状態においてはX軸加速度センサとY軸加速度センサのみに電源が入った状態となる。

【0025】③ その後48時間毎に各測定プローブ3, 3, 3…から観測基地局4に対して定期送信する。

【0026】④ 前記スリープ待機状態にあるときにいて測定プローブ3, 3, 3…に対して0.01G（暫定設定値）の加速が加わった場合は、直ちに測定プローブ内の全装置に電源が供給され、観測基地局4に連続的に計測データを送信する。これにより土石流の発生と、発生した範囲と、土石流の流下する方向及び速度が検知される。

【0027】⑤ 加速度が検知されなくなってからも一定時間経過するまでは測定プローブ3, 3, 3…は計測データを送信し続ける。そしてその後再びスリープ待機状態となる。

【0028】⑥ 測定プローブ3, 3, 3…から観測基地局4に対してデータ送信を行った際に、観測基地局4からの送信を受け取った旨のアンサーバックが得られなかった場合は、10分間毎に位置データと共にビーコンを発信する。これにより土石流が発生して測定プローブが流出したとき、該測定プローブを容易に回収することが可能になる。

【0029】次に、上記土石流検知システムに用いるに好適な本発明に係る測定プローブについて説明する。図2はフレームを一部切欠して示した測定プローブの斜視図、図3は該測定プローブの回路ブロック図である。

【0030】3は前記土石流検知システムにおいて用いた測定プローブである。8は毀損しにくい材質からなる先端が尖った円筒状のフレームである。尚、該フレーム8は、本実施形態では本体部分8aを強化プラスチック（FRP）で、また先端8bを金属（SUS316）で構成している。また、頭部8cには蓋9を被着している。

【0031】10は前記フレーム8の頭部8cの蓋9に設けたGPSアンテナ、11は無線送受信アンテナである。

【0032】12は前記フレーム内に設けたGPS受信装置であり、位置データをとるものである。また、該GPS受信装置12は後記インターフェイスに接続している。そして該GPS受信装置12と以下に説明する装置は全て前記フレーム8内に設けられる。

【0033】13は方位センサ（地磁気センサ）であ

り、方位データを得る事により測定プローブの設置方向を知る事が出来て、加速度の方向ベクトルが得られる。また該方位センサ 13 はコンパータ 14 を介して後記インターフェイスに接続している。15 は角加速度センサ（ジャイロ）であり、回転変位データをとるものである。また該角加速度センサ 15 はプリアンプ 16 を介して後記インターフェイスに接続している。

【0034】17 は X 軸加速度センサであり、水平 X 軸変位データをとるものである。また該 X 軸加速度センサ 17 はプリアンプ 18 を介して後記インターフェイスと変位抽出回路とに接続している。19 は Y 軸加速度センサであり、水平 Y 軸変位データをとるものである。また該 Y 軸加速度センサ 19 はプリアンプ 20 を介して後記インターフェイスと変位抽出回路とに接続している。

【0035】21 は Z 軸加速度センサであり、垂直変位データをとるものである。また該 Z 軸加速度センサ 21 はプリアンプ 22 を介して後記インターフェイスに接続している。

【0036】23 は前記プリアンプ 18 を介して X 軸加速度センサ 17 に接続した変位抽出回路、24 は前記プリアンプ 20 を介して Y 軸加速度センサ 19 に接続した変位抽出回路である。

【0037】25、26 は前記変位抽出回路 23、24 に夫々接続したコンパレータであり、変位抽出回路 23、24 の夫々による変位の値と、全ての装置を起動させるための予め設定された起動レベルとを比較するものである。また該コンパレータ 25、26 は後記パワーコントローラに接続している。

【0038】27 はパワーコントローラであり、後記中央制御装置に接続すると共に前記コンパレータ 25、26 による比較結果に基づいて起動トリガが入力するものである。また、該パワーコントローラ 27 は、点線内の装置には常時電源を供給し、起動トリガを入力したときには点線以外の装置にまで電源を供給する。28 は後記中央制御装置に接続すると共に前記パワーコントローラ 27 に接続したタイマコントローラである。

【0039】29 は前記パワーコントローラ 27 に接続したバッテリーである。30 はインターフェイス、31 は前記インターフェイスに接続した中央制御装置である。32 は前記中央制御装置 31 に接続したデータ記憶装置であり、前記各センサによって計測されたデータを記憶するものである。33 は前記中央制御装置 31 に接続した無線送受信装置である。また、34 は温度データをとる温度センサであり、プリアンプ 35 を介して前記インターフェイス 30 に接続している。

【0040】また、前記バッテリー 29 としては、本実施形態では B R - C 型リチウム電池 2 本（6 V 5 A h）を 1 組として、第 1 ～ 第 4 の 4 組を内蔵する。そして第 1 組から消費され、第 1 組が放電すると第 2 組へ切り替わるようにしている。

【0041】また、本実施形態における測定プローブの仕様は次の通りである。

#### ① 測定項目

・ X, Y, Z の直交三軸方向加速度

測定範囲 : 各軸  $\pm 2 \text{ G}$

測定分解能 : 各軸  $2 \text{ mmG}$  ( $2 / 1000 \text{ G}$ )

・ 鉛直方向角加速度（ジャイロ）

測定範囲 :  $\pm 90^\circ$

・ 方位（地磁気センサ）

測定範囲 :  $0 \sim 360^\circ$

精度 :  $\pm 1^\circ$

・ 温度（地中温度）

測定範囲 :  $-10 \sim 100^\circ \text{C}$

測定精度 :  $\pm 1^\circ \text{C}$

・ GPS レシーバ

測定位置単位 :  $1 / 1000 \text{ 分}$

#### ② データ伝送（無線式）

・ 周波数 :  $2.484 \text{ GHz}$

・ 変調方式 : D Q P S K

・ 送信電力 :  $10 \text{ mW} / \text{MHz}$  以下

・ 情報速度 :  $1 \text{ Mb} / \text{s}$

#### ③ 電 源

・ 電池 : B R - C 型リチウム電池  $2 \times 4$  本

・ 動作時間 : 約 10,000 時間（動作環境・状況により変化する）

#### ④ 外形寸法

・ 全 長 :  $1000 \text{ mm}$ （アンテナを除く）

・ 直 径 :  $120 \text{ mm}$

・ 重 量 :  $20 \text{ Kg}$

【0042】そして、上記実施形態の測定プローブは人が直接地面に差し込んで設置するものであるが、これが困難な場合には図 4 に示したアダプター付きの測定プローブを用いればよい。

【0043】該測定プローブ 36 は、測定プローブ 3 の本体をアダプターであるケース 37 内に嵌入したものである。また該ケース 37 は毀損しにくい材質からなるものであり、円筒状に形成されている。そして先端 37 a に土中挿入ピン 38 を設けると共に頭部 37 b の側面に軸方向に沿った安定翼 39、39 を設けている。尚、本実施形態ではケース 37 本体は強化プラスチック（FRP）、土中挿入ピン 38 は金属（SUS）で構成している。そして、ケース 37 内に、先端側に衝撃吸収ジェル 40 を充填した状態で測定プローブ 3 の本体を嵌入している。

【0044】また、前記ケース 37 の頭部には、ヘリコプター等からフックをもって引っ掛けて回収することができるようにしたかご状の回収具 41 をワイヤー 42 を介して取り付けられている。

#### 【0045】

【発明の効果】本発明に係る測定プローブは、測定プロ

ープのデータを無線で送出する方式の土石流検知システムに使用して好適であり、更にアダプター付きの測定プローブを用いれば、人が近付き難い山腹の急峻な箇所や、二次災害のおそれがある場合の如く人による直接の設置が困難な場合に有効である。また、アダプターに回収具を取り付ければ、ヘリコプター等によって回収することができ、回収作業がはかどる。またヘリコプター等によって上空から引き抜くから、安全に回収できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る測定プローブを用いる土石流検知システムの説明図である。

【図 2】本発明に係る測定プローブのフレームを一部切欠して示した斜視図である。

【図 3】本発明に係る測定プローブの回路ブロック図である。

【図 4】本発明に係る測定プローブの他の実施形態の斜視図である。

【符号の説明】

- |      |           |        |            |
|------|-----------|--------|------------|
| 1    | 山腹        | 9      | フレームの蓋     |
| 2    | G P S 衛星  | 10     | G P S アンテナ |
| 3, 3 | 測定プローブ    | 11     | 無線送受信アンテナ  |
| 4    | 観測基地局     | 12     | G P S 受信装置 |
| 5    | 無線送受信アンテナ | 13     | 方位センサ      |
| 6    | パソコン      | 15     | 角加速度センサ    |
| 7    | 警報装置      | 17     | X 軸加速度センサ  |
| 8    | フレーム      | 19     | Y 軸加速度センサ  |
|      |           | 21     | Z 軸加速度センサ  |
|      |           | 23, 24 | 変位抽出回路     |
|      |           | 25, 26 | コンパレータ     |
|      |           | 27     | パワーコントローラ  |
|      |           | 28     | タイマコントローラ  |
|      |           | 29     | バッテリー      |
|      |           | 30     | インターフェイス   |
|      |           | 31     | 中央制御装置     |
|      |           | 32     | データ記憶装置    |
|      |           | 33     | 無線送受信装置    |
|      |           | 34     | 温度センサ      |
|      |           | 36     | 測定プローブ     |
|      |           | 37     | ケース        |
|      |           | 38     | 土中挿入ピン     |
|      |           | 39, 39 | 安定翼        |
|      |           | 40     | 衝撃吸収ジェル    |
|      |           | 41     | かご状の回収具    |
|      |           | 42     | ワイヤー       |

フロントページの続き

(72)発明者 板倉 安正  
滋賀県大津市平津 2 丁目 5 の 1 滋賀大学  
教育学部技術教室内  
(72)発明者 遠藤 郷平  
神奈川県厚木市森の里 2 丁目 1 番 7 - 101  
(72)発明者 北島 俊明  
神奈川県横浜市瀬谷区二ツ橋 547 - 309

F ターム(参考) 2D044 EA07  
2F073 AA40 AB04 BB01 BC02 CC03  
DD02 FG02  
2F076 BA12 BA18 BB09 BD02 BD04  
BE13 BE18  
5J062 AA01 AA11 BB08 CC07 HH05